# WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Integnationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation  $^7$ :

B22F 7/00, 3/11

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 00/38863

**A1** 

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

6. Juli 2000 (06.07.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE99/04103

(22) Internationales Anmeldedatum:

17. Dezember 1999

(17.12.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 60 714.8 199 05 124.0 23. Dezember 1998 (23.12.98) DE DE.

1. Februar 1999 (01.02.99)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN-NESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-40213 Düsseldorf (DE). MAGNA IHV GESELLSCHAFT FÜR INNENHOCHDRUCKVERFAHREN MBH [DE/DE]; Industriestrasse 20, D-73441 Bopfingen (DE).

(72) Erfinder; und

- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUTH, Thoralf [DE/DE]; Schleppweg 3, D-59063 Hamm (DE). CLAUS, Ronald [DE/DE]; Windmuhle 3, D-59494 Soest (DE). SEIFERT, Michael [DE/DE]; Crinitz Strasse 102, D-08147 Crinitzberg
- (74) Anwalt: MEISSNER, Peter E.; Meissner & Meissner, Hohenzollerndamm 89, D-14199 Berlin (DE).

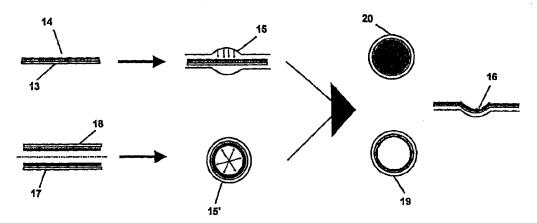
(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

#### Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

- (54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A PROFILED PART CONSISTING OF METAL FOAM AND SHEET METAL
- (54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES AUS METALLSCHAUM UND METALL-**BLECH BESTEHENDEN PROFILTEILS**



### (57) Abstract

The invention relates to a method for producing a profiled part (16, 19) consisting of metal foam and a sheet metal (13, 17). Said sheet metal is provided with an expandable metal powder (14, 18) which is not compressed or precompressed. The composite metal sheet is then profiled by internal high pressure shaping in a die and the expandable metal powder is expanded directly in the die either simultaneously or subsequently.

### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines aus Metallschaum und Metallblech bestehenden Profilteils (16, 19), wobei das Metallblech (13, 17) mit einem aufschäumbaren un- oder vorverdichteten Metallpulver (14, 18) versehen wird. Anschließend wird die Profilgebung des Metall-Verbundblechs mittels Innenhochdruckumformens in einem Gesenk vollzogen und das aufschäumbare Metallpulver gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk aufgeschäumt.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA.	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	$\mathbf{z}\mathbf{w}$	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
$\mathbf{CZ}$	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Suđan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

WO 00/38863 PCT/DE99/04103

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES AUS METALLSCHAUM UND METALLBLECH BESTEHENDEN PROFILTEILS

### Beschreibung

5

15

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines aus einem Metallschaum und einem Metallblech bestehenden Profilteils gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 11.

Derartige Profilteile sind aus dem Artikel "Metallschaum - Ein Werkstoff mit Perspektiven" (J. Banhart, Zeitschrift "Aluminium", 70. Jahrgang 1994, Ausgabe 3,4) bekannt. Mit Metallschaum versehene Profilteile finden beispielsweise in der Automobilindustrie wegen ihres vorteilhaften statischen Knick- und Stauchverhaltens Verwendung.

Die guten Energieabsorbtionseigenschaften von Metallschaum - beispielsweise Aluminiumschaum - können darüber hinaus als Aufprallschutz dynamisch ausgenutzt werden. Damit sind Profilteile, die aus einem Metallblech und Metallschaum bestehen, herkömmlichen Profilteilen ohne Metallschaum hinsichtlich ihrer statischen und dynamischen Eigenschaften weit überlegen.

25

30

Die pulvermetallurgische Metallschaumherstellung basiert auf den Bearbeitungsschritten Pulvermischen, kaltisostatisches Pressen, Strangpressen und ggfs. Walzen oder Walzplattieren. Die aufschäumbaren Metallpulverkörper liegen somit in Form von Stangenmaterial, Blechen oder plattierten Blechstrukturen vor. Sandwich-Strukturen können durch eine Plattierung - beispielsweise mit Stahlblechen - hergestellt werden. Beim nachfolgenden Erwärmen der aufschäumbaren Metallpulverkörper auf Temperaturen oberhalb der Liquidustemperatur und der Zersetzungstemperatur des Treibmittels setzt die Schaumgenese ein. Durch die Wahl

WO 00/38863 PCT/DE99/04103

- 2 -

geeigneter Aufschäumkokillen sind vielfältige Formen herstellbar. Wird der aufschäumbare Metallpulverkörper in einem Hohlprofil aus Metallblech eingebracht und anschließend aufgeschäumt, so füllt der expandierende Metallschaum den Hohlraum aus. Auf diese Weise werden Hohlprofilteile mit Metallschaum hergestellt. Dabei ist das Metallblech zunächst in seine endgültige Gestalt umzuformen, ehe in einem nachfolgenden Verfahrensschritt der vorverdichtete Metallpulverkörper eingebracht und anschließend aufgeschäumt wird, so daß die damit einhergehende Vielzahl von Verfahrensschritten eine hohe Verfahrenszeit zur Herstellung eines Profilteils erforderlich macht.

10

5

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. der in einfacher Weise und mit geringem Zeitbedarf aus Metallschaum und Metallblech bestehende Profilteile herstellbar sind.

Die Aufgabe der Erfindung wird verfahrensgemäß durch den Anspruch 1 und vorrichtungsgemäß durch den Anspruch 11 gelöst. Die jeweils rückbezogenen Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, daß nachdem ein Metallblech mit einer aufschäumbaren un- oder vorverdichteten Metallpulvertreibmischung, nachfolgend aufschäumbares Metallpulver genannt, versehen wird, die anschließende Profilgebung des Metallblechs mittels Innenhochdruckumformens in einem Gesenk vollzogen wird und das Metallpulver gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk aufgeschäumt wird.

25

30

20

Damit wird der Verfahrensschritt des Umformens zu einem Profilteil hier mittels Innenhochdruckumformens ausgeführt, womit selbst kompliziert ausgestaltete Profilteile mit hoher Genauigkeit innerhalb kürzester Zeit herstellbar sind. Zum Innenhochdruckumformen gelangt das Metallblech - als Hohlprofil oder als Flachprofil - mit bereits aufgebrachtem un- oder vorverdichteten aufschäumbaren Metallpulver. Somit ist es möglich, direkt im Gesenk entweder gleich beim Umformen oder danach das Aufschäumen des Metallpulvers zu Metallschaum zu vollziehen.

10

15

20

25

30

Vorzugsweise wird das Aufschäumen durch eine Temperaturerhöhung nach oder beim Innenhochdruckumformen ausgelöst. Zum Start des Aufschäumens bei einer vorteilhaft geringeren Auslösetemperatur kann eine Druckabsenkung herbeigeführt werden oder eine bei geringer Auslösetemperatur aufschäumbare Metallpulverlegierung oder Treibmittel gewählt werden. Diese Maßnahme senkt die durch die Erwärmung bedingten Energieverbrauchspunkte und verbessert die Aufrechterhaltung reproduzierbarer Bauteileigenschaften.

Als Metallblech kann zum einen ein Hohlprofil mit einem vorgefertigten aufschäumbaren Metallpulverkörper versehen werden, der durch Ein- oder Aufstecken mit dem Hohlprofil verbunden wird; zum anderen kann das Metallblech auch als Flachprofil ausgeführt sein, das mit aufschäumbarem Metallpulver beschichtet wird. Im letztgenannten Fall wird durch das Innenhochdruckumformen vorzugsweise aus dem Flachprofil ein offenes Profilteil geformt. Es ist jedoch nach einer weiteren die Erfindung verbessernden Maßnahme möglich, daß aus dem Flachprofil ein Hohlprofil geformt wird. Hierzu kann in einem kontinuierlich laufenden Prozeß zuerst Bandmaterial mit aufschäumbaren Metallpulver berieselt werden, das anschließend über Walzen vorverdichtet, während und nachfolgend der damit gewonnene Bandmaterial-Metallpulver-Verbund zu einem Spaltrohr eingeformt wird, dessen Spalt schließlich - vorzugsweise durch Schweißen - verschlossen wird.

Weiterhin kann zur Gewährleistung einer reproduzierbaren Qualität des Endproduktes das Metallblech mit dem aufschäumbaren Metallpulver vor der Profilgebung durch Innenhochdruckumformen durch Ziehen und / oder durch Glühen vorverdichtet werden.

Das eingangs in der Figurenbeschreibung erläuterte Umformverfahren eines mit Metallschaum versehenen Metallbleches wird mit einer Vorrichtung ausgeführt, bei der die Profilgebung in einem Gesenk für Innenhochdruckumformen erfolgt, das mit direkt oder indirekt wirkenden Mitteln zum Aufschäumen des Metallpulvers zu Metallschaum ausgestattet ist. Als Mittel zum Aufschäumen kann direkt das für das

Innenhochdruckumformen verwendete Druckfluid vorgesehen werden, welches zu diesem Zweck aufwärmbar ist.

Das in das Gesenk einzubringende Metallblech kann in Form eines Metallrohres ausgestaltet sein, das mit einem ein- oder aufgeschobenen Metallpulverkörper versehen ist. Weiterhin kann auch von einem Flachprofil als Metallblech ausgegangen werden, das mittels einer Berieselungsvorrichtung eine Metallpulverschicht erhält, die eine nachgeschaltete Verdichtungseinrichtung mit einer Walzenanordnung durchläuft, wobei zur Bildung eines rohrförmigen Hohlkörpes aus dem Flachprofil eine nachfolgende Einformeinrichtung mit Fügeanordnung vorgesehen ist und wobei nach einem Ablängen eines mit Metallpulver beschichteten Hohlprofilabschnittes dieser dem Gesenk zur Profilierung und zum Aufschäumen zugeführt wird. Mit der dem Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschalteten Herstellungsanordnung läßt sich in einem kontinuierlichen Herstellungsprozeß vorteilhaft ein mit Metallschaum versehenes Profiliteil produzieren.

Mittels einer der vorgeschalteten Herstellungsanordnung für ein Hohlprofil nachfolgenden Zieh- und / oder Glüheinrichtung ist das aufschäumbare Metallpulver nochmals vorverdichtbar.

20

25

5

10

15

Zur spezifischen bauteilbeanspruchungsoptimierten Herstellung des Profilteils kann das als Flachprofil ausgestaltete Metallblech mit Bereichen unterschiedlicher Metallpulversorten und/oder Metallpulverdicken beschichtet sein. Damit kann auf spezielle statische und dynamische Anforderungen an das Profilteil bei der Herstellung flexibel eingegangen werden.

Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigt:

30

Fig. 1 einen allgemeinen Ablaufplan für das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren,

PCT/DE99/04103 WO 00/38863

- 5 -

	Fig. 2	einen Teilablaufplan bei Verwendung eines Hohlprofils als Metallblech,
_	Fig. 3	einen Teilablaufplan bei Verwendung eines Flachprofils als Metallblech, wobei ein offenen Profilteil hergestellt wird,
5	Fig. 4	einen Teilablaufplan bei Verwendung eines Flachprofils als Metallblech, wobei ein Hohlprofilteil hergestellt wird,
10	Fig. 5	eine Prinzipdarstellung einer dem Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschalteten Herstellungsanordnung zur Erzeugung eines mit vorverdichtetem Metallpulver versehenen Flach- oder Hohlprofils,
15	Fig. 6	eine Prinzipdarstellung einer Anordnung zur Herstellung eines Hohlprofilteils oder eines offenen Profilteils mit Metallschaum beim Innenhochdruckumformen und
	Fig. 7	eine Prinzipdarstellung zur Beschichtung von Metallblech mit Metallpulver für eine bauteilbeanspruchungsoptimierte Herstellung eines

Profilteils.

20

25

30

Ein Herstellungsverfahren für ein metallschaumverstärktes Profilteil bedient sich gemäß Figur 1 eines Metallbleches und eines aufschäumbaren Metallpulvers als Ausgangsprodukt. Das Metallblech kann entweder in Gestalt eines Hohlprofils oder als Flachprofil ausgebildet sein. In einem ersten Verfahrensschritt wird das Metallblech mit dem aufschäumbaren Metallpulver versehen. Das Metallpulver wird vorverdichtet, um einen Verbund mit dem Metallblech zu bilden. Anschließend wird in einem zweiten Verfahrensschritt durch Innenhochdruckumformen in einem Gesenk die Profilgebung des Metallbleches vollzogen, wobei gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk das Metallpulver aufgeschäumt wird. Als Endprodukt entsteht so das Profilteil mit Metallschaum, wobei bei einem Hohlprofil als Metallblech ein Hohlprofilteil und bei einem Flachprofil als Metallblech ein offenes Profilteil entsteht. Zwei offene Profilteile

können jedoch in einem nachfolgenden Verfahrensschritt zu einem geschlossenen Hohlprofilteil durch Fügen verbunden werden.

Wenn gemäß Figur 2 von einem Hohlprofil als Metallblech - beispielsweise einem Rohr - ausgegangen wird, so kann ein gepreßtes Metallpulver mit fester geometrischer Gestalt, d. h. ein Metallpulverkörper, entweder in das Hohlprofil eingebracht werden oder hierauf aufgesteckt werden. Zur Herstellung eines Hohlprofilteils mit Metallschaum wird in vorstehend beschriebener Weise weiterverfahren.

5

25

30

Wird gemäß Figur 3 von einem Flachprofil als Metallblech ausgegangen, so kann das Flachprofil mit Metallpulver beschichtet werden. Es entsteht damit ein Verbund zwischen dem Flachprofil und dem Metallpulver. Zur Herstellung eines offenen Profilteils mit Metallschaum wird analog verfahren.

Wenn gemäß Figur 4 von einem Flachprofil als Metaliblech - beispielsweise einem Metallband - ausgegangen wird, so wird zur Herstellung eines Hohlprofils mit Metallschaum in einem ersten Verfahrensschritt zunächst das Flachprofil mit dem Metallpulver - wie vorstehend beschrieben - beschichet. Dieses Beschichten erfolgt durch eine Berieselung des Flachprofils mit Metallpulver und anschließendem Verdichten. In einem zweiten Verfahrensschritt erfolgt das Umformen des Verbundes zu einem Hohlprofil, d. h. zu einem Rohr. Anschließend wird wie vorstehend die Profilgebung und das Aufschäumen über den Innenhochdruckumformschritt ausgeführt.

Die dem Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschaltete
Herstellungsanordnung zur Erzeugung eines mit vorverdichtetem Metallpulver
versehenen Hohlprofils oder Flachprofils geht nach Figur 5 im Falle eines Hohlprofils
von Metallpulver 1 aus, welches in ein vorgefertigtes Hohlprofil durch Ein- oder
Aufstecken 2 eingebracht wird. Das Hohlprofil kann einen kreisförmigen Querschnitt 3
aufweisen. Soll das Hohlprofil einen nicht-kreisförmigen Querschnitt 4, beispielsweise
einen trapezförmigen Querschnitt erhalten, so ist dieser Querschnitt über eine
Zieheinrichtung 5 herstellbar, deren Matrize den gewünschten nicht-kreisförmigen
Querschnitt 4 ausgehend von einem kreisförmigen Querschnitt 3 erzeugt. Um das

WO 00/38863

nachfolgende Ein- oder Aufstecken 2 in diesem Fall zu ermöglichen, ist der Querschnitt des aus dem Metallpulver 1 vorverdichteten Metallpulverkörpers 6 an den Querschnitt des Hohlkörpers anzupassen.

-7-

Im Falle eines Flachprofils als Ausgangsprodukt wird mittels einer 5 Berieselungseinrichtung 7 das Flachprofil 8 mit einer Schicht aus Metallpulver 1 versehen. Eine nachfolgende Verdichtungseinrichtung 9 in Form einer Walzenanordnung preßt das Metallpulver 1 auf das Flachprofil 8 auf. Ein Verdichten kann auch über eine der Verdichtungseinrichtung 9 nachgeschaltete Verdichtungseinrichtung 9' erzeugt werden, die ein partielles Vorumformen des 10 Flachprofils 8 beispielsweise über einen Tiefzieh- oder Streckziehprozeß bewirkt. Daraus läßt sich dann ein offenes Hohlprofil mit Metallschaum herstellen. Das mit der Verdichtungseinrichtung 9 vorbereitete Flachmaterial wird mittels einer nachfolgenden Einformvorrichtung 10 mit Fügeanordnung zu einem rohrförmigen Hohlprofil 11 umgeformt. Das Hohlprofil 11 mit dem vorverdichteten Metallpulver ergibt letztlich ein 15 mit Metallschaum gefülltes Hohlprofilteil.

Optional kann der vorstehend beschriebenen, dem Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschalteten Herstellungsanordnung eine Zieh-/Glüheinrichtung 12 folgen, mit der ein weiteres Vorverdichten des Metallpulvers erzielt wird.

20

25

Die Figur 6 skizziert die Vorrichtung zur Herstellung des mit Metallschaum versehenen Profilsteils, welches der vorgeschalteten Herstellungsanordnung folgt. Für ein Flachprofil 13 mit vorverdichteter Metallpulverauflage 14 erfolgt die Profilierung in einem Gesenk 15 für Innenhochdruckumformen, welches mit - nicht dargestellten direkt oder indirekt wirkenden Mitteln zum Aufschäumen ausgestattet ist. Diese können beispielsweise in Form einer im Gesenk 15 integierten Heizeinrichtung ausgebildet sein. Es entsteht ein offenes Profilteil 16 mit Metallschaum.

Für ein Hohlprofil 17 mit innenwandig und / oder außenwandig beschichtetem 30 Metallpulver 18 oder mit einem inneren und / oder äußeren Metallpulverkörper erfolgt die endgültige Profilierung in einem Gesenk 15' mit den wie vorstehend beschriebenen Merkmalen. Es entsteht ein geschlossenes mit innenwandigem Metallschaum

5

10

versehenes Hohlprofilteil 19 oder ein geschlossenes mit Metallschaum ausgefülltes Hohlprofilteil 20.

Gemäß Figur 7 ist ein Metallblech zur bauteilbeanspruchungsoptimierten Herstellung eines Profilteils mit Bereichen (I, II, III) unterschiedlicher oder gleicher Metallpulversorten (X, Z) und/oder Metallpulverdicken (a, b) auf Ober- und / oder Unterseite beschichtet. Diese so definierten Metallverbundbleche können in Form von tailored blanks miteinander verbunden sein. Über diese frei wählbaren Parameter kann die Verstärkung eines Profilteils entsprechend der Bauteilbeanspruchung optimiert werden.

## <u>Bezugszeichenliste</u>

1	Metallpulver
2	Ein- oder Aufstecken
3	kreisförmiger Querschnitt
4	nicht-kreisförmiger Querschnitt
5	Zieheinrichtung
6	Metallpulverkörper
7	Berieselungseinrichtung
8	Flachprofil
9	Verdichtungseinrichtung
10	Einformeinrichtung
11	rohrförmiges Hohlprofil
12	Zieh-/Glüheinrichtung
13	Flachprofil
14	Metallpulverauflage
15	Gesenk
16	offenes Profilteil
17	Hohlprofil
18	innenwandiges Metallpulver
19	innenwandverstärktes Hohlprofilteil

ausgefülltes Hohlprofilteil

20

### <u>Patentansprüche</u>

- Verfahren zur Herstellung eines aus Metallschaum und Metallblech bestehenden Profilteils, wobei das Metallblech mit einem aufschäumbaren un- oder vorverdichteten Metallpulver versehen wird, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend die Profilgebung des Metall-Verbundblechs mittels
   Innenhochdruckumformens in einem Gesenk vollzogen wird und das aufschäumbare Metallpulver gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk aufgeschäumt wird.
- Verfahren nach Ansprch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß das Aufschäumen durch eine Temperaturerhöhung nach oder beim Innenhochdruckumformen ausgelöst wird.
- Verfahren nach Anspruch 2,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß zum Start des Aufschäumens bei einer geringen Auslösetemperatur eine
   Druckabsenkung herbeigeführt wird oder eine bei geringer Auslösetemperatur
   aufschäumende Metalllegierung oder Treibmittel gewählt wird.
- 4. Verfahren nach Ansprch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Metallblech ein Hohlprofil mit einem vorgefertigten aufschäumbaren Metallpulverkörper versehen wird, der durch Ein- oder Aufstecken mit dem Hohlprofil verbunden wird.

10

15

25

- Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß als Metallblech ein Flachprofil mit aufschäumbarem Metallpulver beschichtet
   wird.
  - Verfahren nach Anspruch 5,
     dadurch gekennzeichnet,
     daß durch das Innenhochdruckumformen aus dem Flachprofil ein offenes
     Profilteil geformt wird.
  - Verfahren nach Anspruch 5,
     dadurch gekennzeichnet,
     daß vor dem Innenhochdruckumformen aus dem Flachprofil ein Hohlprofil geformt wird.
- 8. Verfahren nach Anspruch 7,
  dadurch gekennzeichnet,
  daß zur Herstellung des mit aufschäumbarem Metallpulver versehenen
  Hohlprofils in einem kontinuierlich laufenden Prozeß zuerst Bandmaterial mit aufschäumbarem Metallpulver berieselt wird, das anschließend über Walzen vorverdichtet wird und nachfolgend der damit gewonnene Bandmaterial-Metallpulver-Verbund zu einem Spaltrohr eingeformt wird, dessen Spalt schließlich verschlossen wird.
  - Verfahren nach Anspruch 8,
     dadurch gekennzeichnet,
     daß der Spalt am Spaltrohr über Schweißen verschlossen wird.

5

10

15

20

25

30

- 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Metaliblech mit aufschäumbarem Metallpulver vor der Profilgebung durch Innenhochdruckumformen im Falle eines Hohlprofils durch Ziehen und / oder Glühen und im Falle eines Flachprofils durch Tiefziehen-Streckziehen und / oder Glühen vorverdichtet wird.
- 11. Vorrichtung zur Herstellung eines aus Metallschaum und einem Metallblech bestehenden verstärkten Profilteils (16,19,20), wobei das Metallblech mit einem aufschäumbaren vorverdichteten Metallpulver (14,18) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilgebung in einem Gesenk (15,15') für Innenhochdruckumformen erfolgt, das mit Mitteln zum Aufschäumen des Metallpulvers (14,18) zu Metallschaum ausgestattet ist.
  - 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zum Aufschäumen eine im Gesenk (15,15') das Metallblech berührend oder berührungslos zumindest teilweise umgebende Heizeinrichtung vorgesehen ist.
  - 13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zum Aufschäumen das für das Innenhochdruckumformen verwendete Druckfluid vorgesehen ist, welches zu diesem Zwecke erwärmbar ist.
- 14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Metallblech in Form eines Hohlprofils (3,4) mit einem ein- oder aufgeschobenen Metallpulverkörper (6) in dem Gesenk (15,15') zur Profilgebung sowie zum Aufschäumen einbringbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein als Flachprofil (8) ausgestaltetes Metallblech mittels einer Berieselungseinrichtung (7) eine Metallpulverschicht erhält, die beide eine nachgeschaltete Verdichtungseinrichtung (9,9') durchlaufen, wobei zur Bildung eines rohrförmigen Hohlprofils (11) aus dem Flachprofil (8) eine nachfolgende Einformeinrichtung (10) mit Fügeanordnung vorgesehen ist und wobei nach einem Ablängen der mit Metallpulver beschichtete Hohlprofilabschnitt in das Gesenk (15,15') zur Profilgebung und zum Aufschäumen zugeht.

10

5

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß das mit Metallpulver beschichtete Metallblech vor dem Einbringen in das Gesenk eine Zieh- und / oder Glüheinrichtung (12) durchläuft.

15

20

17. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das zur bauteilbeanspruchungsoptimierten Herstellung des Profilteils das als Flachprofil ausgestaltete Metallblech mit Bereichen (I, II, III) unterschiedlicher oder gleicher Metallpulversorten (X, Z) und/oder Metallpulverdicken (a, b) auf Ober- und / oder Unterseite beschichtet ist, wobei diese so definierten Metallverbundbleche in Form von tailored blanks miteinander verbunden sind.

1/5



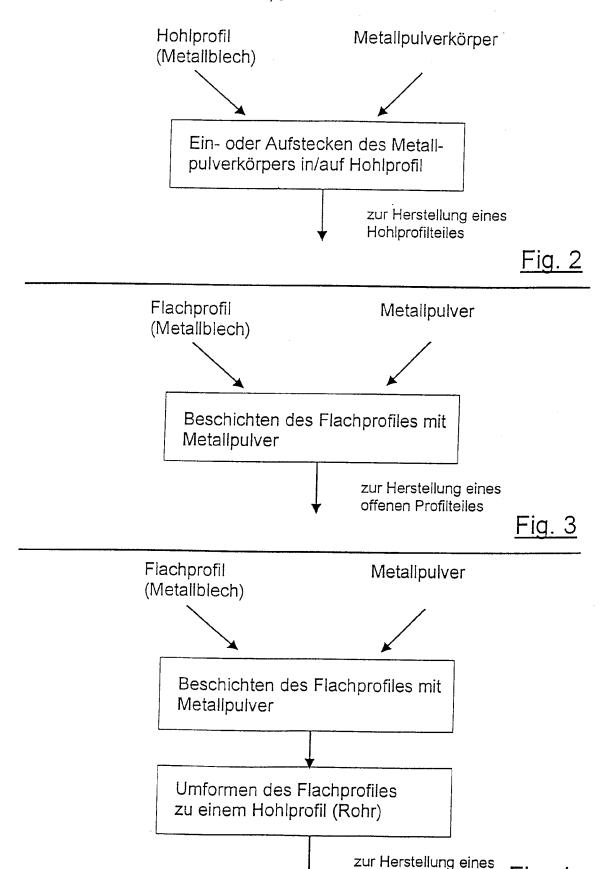
Verbund von Metallblech (Hohl- oder Flachprofil) mit aufschäumbarem Metallpulver

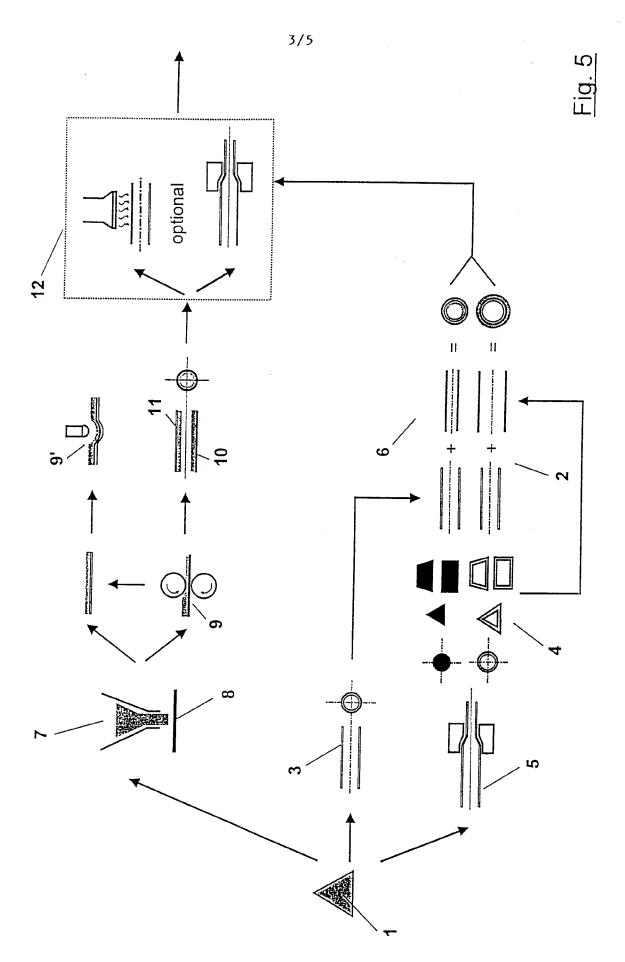
Umformen und Aufschäumen des Verbundes (gleichzeitig oder nachfolgend) durch IHU

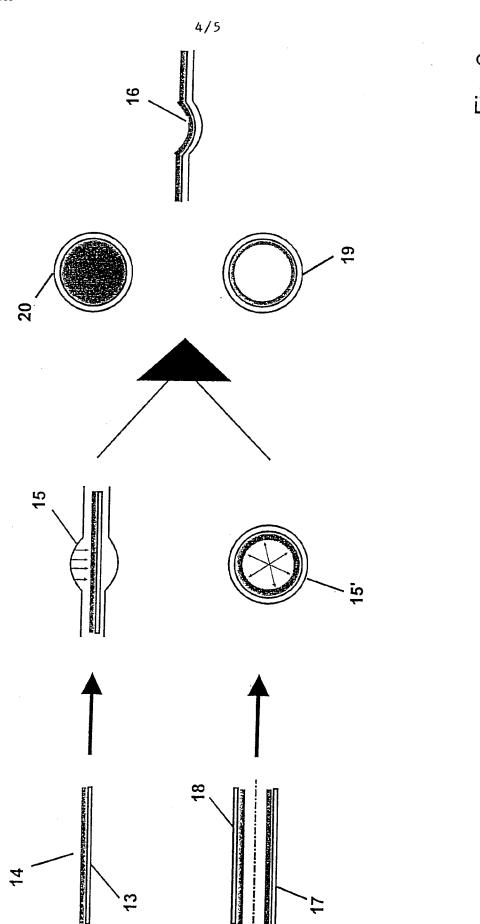
Profilteil mit Metallschaum

Fig. 4

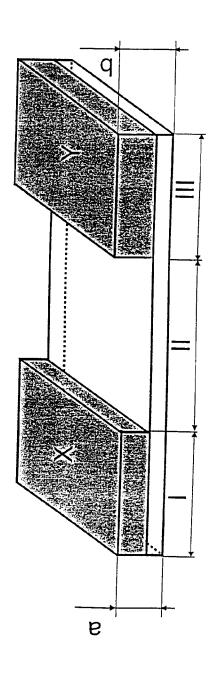
Hohlprofilteiles











### INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Im. Atlanta Application No PCT/DE 99/04103

A. CLASSIF IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER B22F7/00 B22F3/11		
According to	o International Patent Classification (IPC) or to both national classific	ation and IPC	
B. FIELDS	SEARCHED		
IPC 7	cumentation searched (classification system followed by classification B22F B21D		
	tion searched other than minimum documentation to the extent that		
Electronic di	ata base consulted during the international search (name of data ba	ase and, where practical, search terms deed	
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the re	levant passages	Relevant to claim No.
Ρ,Χ	DE 197 53 658 A (FRAUNHOFER GES 17 June 1999 (1999-06-17) the whole document	FORSCHUNG)	1-7, 11-14
Υ	DE 195 01 659 C (DAIMLER BENZ AG 15 May 1996 (1996-05-15) column 6, line 3 - line 18	)	1
Y	DE 196 35 734 A (EBBINGHAUS ALFR ING) 3 April 1997 (1997-04-03) claims 12,13	ED DIPL	1
Furt	ther documents are listed in the continuation of box C.	Patent family members are listed	in annex.
"A" docum consider earlier filling under the citation other produced the country of the citation of the citati	ent which may throw doubts on priority claim(s) or is cited to establish the publication date of another on or other special reason (as specified)  nent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means tent published prior to the international filing date but than the priority date claimed	"T" later document published after the into or priority date and not in conflict with cited to understand the principle or the invention  "X" document of particular relevance; the cannot be considered novel or cannot involve an inventive step when the document of particular relevance; the cannot be considered to involve an indocument is combined with one or ments, such combination being obvious in the art.  "&" document member of the same patent	the application but early underlying the claimed invention to considered to coument is taken alone claimed invention eventive step when the one other such docu—us to a person skilled family
	e actual completion of the international search	Date of mailing of the international se 26/05/2000	агол төрөп
	19 May 2000		
Name and	mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  NL – 2280 HV Rijswijk  Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl,	Authorized officer Schruers, H	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

### information on patent family members

ii ational Application No PCT/DE 99/04103

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19753658	Α	17-06-1999	NONE	
DE 19501659	С	15-05-1996	NONE	
DE 19635734	A	03-04-1997	DE 29514164 U AU 7489596 A WO 9709134 A EP 0850113 A JP 11512171 T	09-01-1997 27-03-1997 13-03-1997 01-07-1998 19-10-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

in. ationales Aktenzeichen PCT/DE 99/04103

A. KLASSIF IPK 7	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES B22F7/00 B22F3/11				
Nooh das Int	ternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klass	sifikation und der IPK			
	ACHIERTE GEBIETE	and de la de			
	ter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbol	Θ)			
IPK 7	B22F B21D				
Recherchier	te aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, sow	weit diese unter die recherchierten Gebiete f	fallen		
Während de	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Na	arne der Datenbank und evtl. verwendete S	uchbegriffe)		
C ALC WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe	der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
Kategorie*	Bezeichnung der Verontentuichung, soweit ei lottenten unter Angabe	Ca ili poliacii kommondon 1010			
P,X	DE 197 53 658 A (FRAUNHOFER GES F	ORSCHUNG)	1-7, 11-14		
	17. Juni 1999 (1999-06-17) das ganze Dokument		11-14		
<b>.</b>	DE 195 01 659 C (DAIMLER BENZ AG)		1		
Y	15. Mai 1996 (1996-05-15) Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 18		•		
		D DID!	1		
Y	DE 196 35 734 A (EBBINGHAUS ALFRE ING) 3. April 1997 (1997-04-03) Ansprüche 12,13	D DIFE	1		
	itere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu nehmen	X Siehe Anhang Patentfamilie			
	re Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : entlichung, die den altgemeinen Stand der Technik definiert,	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur	worden ist und mit der		
aber	oder der ihr zugrundellegenden				
Anme	rtung; die beanspruchte Erfindung hung nicht als neu oder auf				
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er- scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie					
soll oder die aus errein anderen beschieden deutschliche Kann nicht als auf ermidenschen behalten beschieden werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren ander werden, wenn die Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,  "O" Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird in					
eine i	nahellegend ist				
dem	entlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist Abschlusses der internationalen Recherche	*&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Absendedatum des internationalen Re			
] ]	19. Mai 2000	26/05/2000			
Name und	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2	Bevoltmächtigter Bediensteter			
	NL - 2280 HV Rijewijk Tel. (431-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fay: (431-70) 340-3016	Schruers, H			

1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In .tionales Aktenzeichen
PCT/DE 99/04103

DE 19753658 A 17-06-1999 KEINE  DE 19501659 C 15-05-1996 KEINE  DE 19635734 A 03-04-1997 DE 29514164 U 09-01-1997 AU 7489596 A 27-03-1997 WO 9709134 A 13-03-1997 EP 0850113 A 01-07-1998	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokum		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19635734 A 03-04-1997 DE 29514164 U 09-01-1997 AU 7489596 A 27-03-1997 WO 9709134 A 13-03-1997 EP 0850113 A 01-07-1998	DE 19753658	Α	17-06-1999	KEINE	
AU 7489596 A 27-03-1997 WO 9709134 A 13-03-1997 EP 0850113 A 01-07-1998	DE 19501659	С	15-05-1996	KEINE	
JP 11512171 T 19-10-1999	DE 19635734	A	03-04-1997	AU 7489596 A WO 9709134 A EP 0850113 A	27-03-1997 13-03-1997